B. VARISCO



FORZA ED ENERGIA

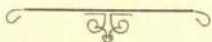




PAVIA
PREM. STABILIMENTO TIPOGRAFICO SUCCESSORI BIZZONI
1904.



FORZA ED ENERGIA



1.

Per sollevare un peso, per segare una trave, per ottenere dell'elettricità mediante una macchina elettrica, io devo *lavorare*, cioè compiere un movimento, che mi stanca. Il fatto, che il movimento mi stanca, si esprime dicendo, che il movimento incontra una resistenza, che deve superare; ossia che vi è una *forza*, che gli si oppone. Ed il lavoro compiuto si dice una estrinsecazione di energia.

Possiamo dire senza ombra di dubbio, che il mondo fisico è da noi creduto reale, perchè ed in quanto ci dà occasione di lavorare. Il bastone, su cui m' appoggio, mi resiste; vale a dire, io non riesco a piegarlo, se non a fatica; ecc. Il sole è fuori della nostra presa; ma ci riscalda, ossia dà luogo ad un fatto, che s' accompagna sempre alle

nostre manifestazioni d' energia. Il percepire delle immagini ottiche non ci par che sia un lavorare, se non in quanto anche l' occhio si stanca. E appunto le immagini ottiche sole, se non sono accompagnate da una sensazione dell'occhio, non bastano in generale a persuaderci della presenza d'un reale; bastano in molti casi, ma perchè hanno contratto, con delle impressioni di resistenza, un'associazione, intorno alla quale non è il caso di sollevar discussioni.

La nozione di lavoro, o d' energia, dal campo soggettivo in cui ha la prima origine, si trasporta nell' oggettivo (della realtà). Si considerano come sviluppanti energia quei processi del mondo esterno, mediante i quali osserviamo essere compiuti de'fatti che non potrebbero essere compiuti da noi senza stancarci. P. es.: in una fossa chiusa, in fondo alla quale giaccia un tronco d' albero, entri continuamente dell' acqua. Salendo il livello di questa, il tronco viene simultaneamente sollevato: *un lavoro è compiuto.* Compie similmente un lavoro il fuoco, allungando una sbarra di ferro, della quale sappiamo per esperienza, che resiste all'allungamento. Ecc.

L' applicazione al campo della realtà del concetto soggettivo di lavoro non è punto illegittima. In fatti, noi non supponiamo (almeno, da molti secoli abbiamo imparato a non supporre) che le cose, nel compiere quei processi, nei quali riconosciamo

degli sviluppi d' energia, si stanchino; non projettiamo sulle cose nessuna impressione nostra. Un processo fisico si considera come *equivalente* ad un lavoro compiuto da noi, perchè ed *in quanto* ne venne realizzato il *medesimo* fatto, che avrebbe potuto essere realizzato con un nostro lavoro. Intesa in questo senso, l' equivalenza è *osservata;* ed in altro senso non la dobbiamo intendere.

Si è notato d' altronde, che il nostro lavorare è vincere una resistenza, oppostaci dalla realtà. Il resisterci la realtà, ed il suo essere atta a compiere un lavoro, cioè a sostituire in certi casi il nostro lavoro, sono evidentemente una sua medesima proprietà. Un sasso cadendo spezza una lastra di pietra, che noi non avremmo potuto spezzare senza fatica. Se ci sforziamo di sollevare il sasso, ci accorgiamo, che ci resiste: ci resiste, perchè tende a moversi all'ingiù; cioè il sasso, nel suo resistere a noi, opera in quello stesso modo, che spezzando la pietra.

Il nostro lavoro soggettivo può èsser maggiore o minore: ci stanchiamo più nel salire a cento che a dieci metri. Ma non si potrebbe dire, che salendo a cento metri ci si stanchi dieci volte più, che salendo a dieci; d'altronde: un lavoro, che oggettivamente sarà sempre il medesimo, ci stanca più o meno, secondo le circostanze particolari dell' organismo.

Se però facciamo astrazione dai nostri modi soggettivi di essere, e paragoniamo tra loro le *forze,*

e tra loro le *energie*, del mondo fisico, riusciamo non soltanto a rilevare che talvolta sono uguali e talvolta disuguali, ma a misurare così le une come le altre, ed anche a scoprire tra le une e le altre una relazione ben determinata. Come si arrivi alla misura indubbiamente oggettiva (benchè, in ogni caso determinato, siano inevitabili delle incertezze, che rendono sempre soltanto approssimate le nostre valutazioni numeriche), così delle forze, come delle energie, non è necessario che ci fermiamo ad esporre (cfr. in proposito il mio lavoro *Scienza e opinioni* pp. 118-25 e 146 sgg.; Roma 1901); basta, che ci si è arrivati.

Quì, fermiamoci un momento a fare un' osservazione gnoseologica importante. S' è visto (cfr. Ostwald: *Vorles. üb. Naturphil.*, pp. 154-75; 2. ed., Lipsia 1902), che le rappresentazioni oggettive, *in tanto* sono considerate da noi come rappresentazioni d'un *reale*, non come pure *nostre* rappresentazioni, *in quanto*, per introdurre in esse certe variazioni, dobbiamo compiere un lavoro vincendo una resistenza. E questo è il vero fondamento di tutte le nostre cognizioni *fondate* intorno al mondo esterno; poichè la fisica non tratta che di forze, d'energie, delle loro connessioni, e delle condizioni perchè queste si realizzino. É quanto dire, che la realtà del mondo ci si rivela nella resistenza che ci oppone: in altri termini, che la causalità, alla quale si riduce la realtà, ha un valore trascendente

(cfr. i miei *Studi d. fil. nat.*, p. 229 sgg.; Roma 1903). Il che spianta dalla base le dottrine idealistiche.

2.

Nell' opera testè ricordata, da p. 152 a p. 372, l'Ostwald espone una sua concezione del mondo fisico, ridotto ad un sistema di energie. Riassumo per sommi capi.

Vi sono diverse specie d'energie, di cui le principali, note per esperienza, sono: l'energia cinetica (p. 154; cfr. 184 sgg), l'energia di forma (p. 167), l'energia di volume (p. 168), l'energia di distanza (p. 177 sg., cfr. 170), il calore (pp. 202-223; parecchie di queste pp. sono però spese in discussioni gnoseologiche, delle quali per ora non ci occuperemo), l'energia elettrica e la magnetica (pp. 228-31). l' energia chimica (p. 232 sgg.), l'energia raggiante (p. 237 sgg.).

Ogni energia si può risolvere in un prodotto di due fattori: un fattore di capacità e un fattore d'intensità (p. 281).

L'energia cinetica, di un corpo di massa m, che si mova con velocità v, è espressa da $^1/_2\, mv^2$; dove m è il fattore di capacità, v^2 quello d' intensità (si può anche risolvere nei fattori mv e v; dove il primo è una capacità, il secondo una intensità). Si ricava da quì, che la massa d'un corpo non può essere convenientemente definita se non

come il fattore di capacità dell'energia cinetica; la sua nozione ordinaria, come quantità di materia, non ha significato (p. 282 sgg.).

L'energia di volume ha il volume come fattore di capacità, e la pressione (che può essere positiva o negativa) come fattore d'intensità. L'A. tralascia, come troppo complicate, le analoghe scomposizioni per le altre energie meccaniche, cioè per quelle di forma e di distanza (p. 285 sgg.).

I due fattori dell'energia termica sono l'entropia, fattore di capacità, e la temperatura, fattore d'intensità (p. 282; 256).

Nell'elettricità il fattore di capacità è la così detta quantità di elettricità; il fattore d'intensità è invece la tensione (p. 285 sg., 256). Nemmeno per l'energia raggiante l'A non dà la scomposizione in fattori.

Nelle energie chimiche il fattore d'intensità coincide press'a poco con ciò che venne detto l'affinità chimica; come fattori di capacità si presentano le quantità di materia. Tuttavia nei processi chimici non entra in campo la massa, ch'è un fattore soltanto dell'energia cinetica; invece della permanenza della massa, si ha che fare soltanto con la permanenza degli elementi. E ancora: siccome ogni materia, quindi ogni elemento, è caratterizzato dalla somma delle sue proprietà, e queste in generale variano completamente nelle combinazioni, così non si può discorrere d'un permanere degli

elementi, se non nel senso, che questi si possono di nuovo ricavare dalle combinazioni in quantità invariata (p. 286 sg.). — L' ipotesi, che gli elementi chimici siano diverse forme di aggruppamento di una stessa materia fondamentale, è, secondo l'A., una riproduzione del punto di vista degli alchimisti (p. 288).

Il significato dell'accennata scomposizione in fattori si renderà più manifesto, quando avremo toccato delle leggi dell'accadere, dove i fattori d'intensità hanno un'importanza principalissima. Intanto però è da notare, che a motivo appunto della grande importanza di questi fattori, le manifeste lacune della dottrina esposta le tolgono in gran parte il carattere di dottrina positiva.

Io non pretendo che, in un corso di lezioni, l'Ostwald entrasse nei particolari di ricerche complicate; ma doveva comunicarcene il risultato, se c'è; anche solo con qualche formula, di cui si potesse discutere il significato. Spiegàr tutto l'accadere mediante le intensità delle energie; e poi lasciarci all'oscuro sulle intensità della gravitazione, e delle stesse energie chimiche (per le quali dobbiamo contentarci d'un *press'a poco*), è fabbricare delle teorie, senz'averne consolidati i fondamenti. Egli non ci dà, in conclusione, una teoria, sommaria s'intende ma completa nelle sue linee fondamentali, del mondo come sistema d'energie; *suppone*, che sia possibile costruirla; come p. es. l'ipotesi corpu-

scolare supponeva di potersi rendere in grado, prima o poi, di spiegare le azioni a distanza.

3.

Veniamo alla teoria dell'accadere.

Le energie si possono trasformare le une nelle altre. Indichiamo un E_a una quantità determinata di un'energia d'una data specie, la quale si trasformi totalmente nella quantità E_b di un'energia d'altra specie. Allora, se E_b si trasforma totalmente in energia della prima specie, si otterrà di nuovo di questa la medesima quantità E_a. Si esprime questo fatto, costantemente verificato, dicendo che $E_a = E_b$. Il rapporto E_a / E_b dicesi rapporto di equivalenza; questi rapporti si possono determinare tra le energie di qualunque specie, e sono costanti. In conseguenza: siano E_a, E_b, E_c.... le quantità esistenti in un dato momento delle diverse energie; ed E'_a, E'_b, E'_c,... le quantità delle medesime energie esistenti in un altro momento; supposto che il sistema delle energie sia chiuso, avremo costantemente

$$E_a + E_b + E_c + ... = E'_a + E'_b + E'_c + ...;$$

ossia: la somma totale delle energie rimane costante.

Un fatto, che accade, è una trasformazione d'una certa quantità di energia. Ed in queste trasformazioni hanno una parte importante quei fattori delle

energie, che abbiamo imparato a conoscere col nome di intensità.

In uno spazio, sia distribuita dell'energia termica, con un'intensità costante; cioè la temperatura in quello spazio sia dappertutto la medesima. Ciò non vuol dire, che l'energia termica vi sia distribuita uniformemente; infatti, un metro cubo d'acqua ne conterrà molta più, che un metro cubo d'aria; il calore specifico dell'acqua essendo molto maggiore di quello dell'aria. Nondimeno, in quello spazio non accadrà nessun fatto termico; l'energia vi rimarrà nelle sue condizioni attuali. Analogamente: se in uno spazio vi è una pressione uniforme (la pressione è l'intensità dell'energia di volume), come è prossimamente il caso alla superficie della terra, non vi accade niente; l'aria non si mette in moto, che se in diversi luoghi si verificano delle differenze di pressione (p. 255).

Generalizzando, possiamo enunciare la seguente proposizione: perchè qualche fatto accada, tra le energie presenti vi devono essere delle differenze di intensità; condizione *necessaria*, non *sufficiente* (p. 256 sg.).

La condizione perchè un sistema sia in equilibrio, è, che per una sua minima variazione il sistema non debba compiere un lavoro. Se deve riceverne, allora l'equilibrio è stabile; se invece la variazione può avvenire senza che si compia nessun lavoro, allora l'equilibrio è indifferente. P. es.: una palla

collocata in fondo a una ciotola non può spostarsi, senza ricevere del lavoro (senza che un lavoro venga compiuto su di essa); ma, collocata su di un piano orizzontale, può essere spostata senza ricevere lavoro, e nello spostarsi non compie nemmeno essa verun lavoro (p. 247 sgg.). Applichiamo questi risultati al caso, in cui si tratti della variazione simultanea di più energie.

Un peso sia sostenuto da una molla. Vi è equilibrio, se per un piccolo innalzamento del peso si richiede tanto lavoro, quanto ne può fornire la molla col variare corrispondentemente di forma (p. 261). Perchè siano possibili simili equilibri, di cui è costituito tutto il nostro mondo (in tanto vi sono dei corpi solidi, in quanto le loro energie di forma e di volume sono in equilibrio con quelle, che tendono a comprimerli e a deformarli), bisogna che le energie considerate siano talmente connesse tra loro, che l'una non possa variare senza dell'altra (p. 262).

Ma non bisogna credere che queste connessioni tra energie provino l'esistenza di qualche cosa come la materia. Queste connessioni di fatto ci devono essere, perchè ci si possa accorgere dell'esistenza delle corrispondenti energie. Diremo dunque, che sono concepibili anche altri casi, in cui le energie fossero indipendenti le une dalle altre. Ma quando non vi fossero le connessioni, mediante le quali si realizzano gli equilibri composti, le energie non

connesse si sparpaglierebbero (1) finchè non fossero distribuite uniformemente in tutto lo spazio. Ha dunque luogo una specie di selezione; possono conservarsi come apparenze spazialmente separate soltanto quelle energie, che mediante la loro connessione con altre danno luogo ad un equilibrio composto, nel quale i salti nelle intensità dell'una forma vengono compensati da equivalenti salti d'intensità dell'altra forma (p. 263).

La cosa riuscirà forse più facilmente intelligibile sotto quest'altro aspetto (in sostanza è il medesimo discorso). Se ci domandiamo perchè l'energia di forma sia sempre connessa con quella di gravità, vale a dire, perchè tutti i corpi solidi siano pesanti, si risponde, che se ci fosse un corpo solido non pesante, cioè tale da poter essere allontanato dalla terra senza lavoro, questo corpo sarebbe già scomparso da molto tempo fuori del nostro campo visivo: il più piccolo urto lo àvrebbe portato via senza che nessuna causa potesse ricondurlo. Così pure, la gravità, se non congiunta con l'energia di forma, non ci potrebbe somministrare alcun lavoro,

(1) Questo sparpagliarsi dell'energia è dall'O. fatto dipendere dalla diminuzione d'intensità (naturalmente accompagnata dal crescere del fattore di capacità, perchè la quantità dell'energia non diminuisca) che ha luogo al confine della regione di spazio occupata dall'energia, se questa nel confine stesso non trova il contrasto d'un'altra energia. Non vedo che egli abbia dimostrato validamente in generale questa legge, evidentemente suggerita dalla tendenza che ha il calore a diffondersi abbassando la propria temperatura. E p. es., come si può ammettere, che un fatto di questo genere abbia luogo per l'energia di gravitazione, per la quale non ci si è nemmeno detto in che cosa consista, e come si definisca, l'intensità?

perchè non potremmo impadronircene e portarla da luogo a luogo, come facciamo dei pesi, di cui ci serviamo p. es. per mettere in movimento un orologio (pp. 179-80).

4.

Io posso concedere all'Ostwald, che la materia, in quanto è positivamente rappresentabile, in quanto il concetto che ce ne formiamo ha un contenuto sensibile, si risolva in energie. Lo posso concedere, non perchè lo ammetta (io credo che i fatti s'interpretino meglio sostituendo all'*energia* la *forza*), ma perchè questo particolare delle mie opinioni non ha nessuna vera importanza in ordine a ciò, di che ora parlo. Concedo, che le permanenze comunemente riconosciute, e che sono ancor meno di lui disposto a considerar come assolute, si riducano, com'egli dice (e s'è compendiosamente accennato di sopra) a capacità delle energie, benchè potrebbero fors'anche meglio (così mi pare) essere interpretate in funzione di forze.

All'infuori della mia preferenza per quest'ultimo concetto, vi sono veramente, nella sua dottrina delle capacità, parecchie cose che non mi soddisfanno. Non capisco, p. es., perchè l'avere un composto chimico generalmente (non sempre; queste cose l'Ostwald me le può insegnare cento volte) delle proprietà molto diverse da quelle dei compo-

nenti, *che ne hanno di molto diverse tra loro,* sia un argomento bastevole, per negare che gli elementi permangano nelle combinazioni, fuorchè nel senso, che possono esserne di nuovo separati. L'illustre A. non mi negherà, che i nostri sensi, e i nostri microscopi, hanno un limite di penetrazione, che non può essere scambiato con un limite di reale distinguibilità da parte di un osservatore meglio fornito di mezzi, che potrebbe anch'essere l'uomo tra cent'anni. E già è certo, che se si fosse creduto sempre non esserci altre distinzioni osservabili, che le osservate, non si sarebbero inventati microscopi. Quando penso, che un cuoco abile può con del pollo preparare un piatto di pesce in guisa da ingannare un buongustaio, dico il vero, non me la sento di escludere che nell'acqua ci siano l'idrogeno e l'ossigeno, per la sola ragione che io non ce li distinguo. Il fatto, che l'acqua si può ottenere con la combinazione di questi due gas, e si può risolvere in essi, mi pare dimostri sufficientemente, che li contiene; una interpretazione diversa, benchè non assurda, mi pare stiracchiata, e introdotta al solo fine di accreditare certe fisime gnoseologiche, delle quali non si tiene poi un minimo conto, quando non fanno più per noi. Ma questo, per ora, sia come non detto.

Neanche non sono molto persuaso di quello che egli dice intorno alla massa, che sia, cioè, un elemento inseparabile dall'energia cinetica (abbia il solo significato meccanico di rapporto tra la forza

motrice e l'accelerazione), e non misuri la quantità di materia. Dati due corpi *omogenei*, p. es., due volumi d'acqua, se le loro masse stanno tra loro come i due intieri m ed n, certo $^1/_m$ del primo volume sarà uguale ad $^1/_n$ del secondo, cioè le due masse misurano la quantità di materia.

È vero, che se due corpi non sono omogenei, l'assumere le masse come misure delle quantità di materia è semplicemente convenzionale; e non può significare, se non che le due quantità di materia sono *meccanicamente* in un certo rapporto, il che sapevamo anche prima. Per altro, che le *capacità* chimiche siano specificamente affatto irriducibili, quindi non sommabili nè paragonabili quantitativamente (p. 290), mi sembra più affermato in servizio della teoria, che fondato indiscutibilmente. Per non dir niente dell'allotropismo, e delle numerose relazioni tra i pesi atomici di certi elementi, che già in molti hanno fatto nascere il sospetto, che gli elementi assolutamente irriducibili possano esser meno degli 80 conosciuti; ci sono i fatti dei corpi radioattivi, che sembrano dimostrare sperimentalmente la trasformabilità di certi elementi in certi altri. La riducibilità delle capacità chimiche, ammessa la quale esse capacità avrebbero precisamente lo stesso significato, che la massa in meccanica, non si può dire *provata;* ma non è provata nemmeno l'assoluta irriducibilità; si tratta di due opinioni, delle quali ciascuna si fonda su certi fatti,

ed è molto imbarazzata a render conto di certi altri; cioè, in buon volgare, di due ipotesi; dico *due*, perchè anche quella dell'O. non è niente più d'una ipotesi.

Non vedo nemmeno con quanta ragione egli tratti quasi da alchimisti quegli scienziati e quei filosofi, a cui l'ipotesi d'una materia fondamentale sembra plausibile. Perchè, per non dir altro, egli stesso è (se lo lasci dire!) un alchimista come loro, e allo stesso titolo. Non ha egli risoluta la materia in energie? non ha riconosciuta la trasformabilità delle energie le une nelle altre? non ha esclusa (p. 12) la possibilità d'un sapere assoluto, e quindi che siano assolute le differenze specifiche *note a noi* tra le capacità delle energie chimiche? Ammesso tutto ciò, la possibilità di trasformare una materia in un'altra, è fuori di questione; le premesse dell'Ostwald, dunque, lo conducono, per vie diverse bensì, ma alle medesime conseguenze, di cui egli fa rimprovero ai chimici della *Urmaterie.*

5.

Ma queste sono difficoltà minute e secondarie. Ciò, di cui proprio non riesco a capacitarmi, nemmeno collocandomi nel punto di vista dell'Ostwald, è la sua dottrina sulle connessioni tra le energie, esposta nel § 3 verso la fine. Ho compendiato molto largamente, senza ommettere nulla che abbia punto

d'importanza, tutto quanto egli ne dice, che si riduce in tutto a meno di tre pagine. E mi sembra poco, infinitamente troppo poco, per giustificare la conclusione: così svanisce sempre più il bisogno del tradizionale *sostegno* delle diverse energie, e svanisce contemporaneamente la materia dietro l'energia (pp. 263-4).

Vediamo, che una ricerca positiva di sua natura, e che si vorrebbe rendere anche più positiva, o meno metafisica, di quanto sia stata finora in mano degli scienziati, non degeneri in una logomachia; vediamo di non immaginarci d'avere risoluto un problema, quando non abbiam fatto che sostituire una parola ad un'altra.

Affinchè sia possibile quello che in effetto accade, non basta che vi siano delle energie; tra queste vi devono essere delle connessioni. Dunque le connessioni hanno, nel mondo, una parte non meno importante, che le energie: poichè son quelle, che trasformano in un *sistema* un *insieme* di energie. La realtà esterna consta, non di energie soltanto, ma inoltre delle loro connessioni; dunque *non si risolve semplicemente in energie.*

L'osservare, che non è impossibile immaginare delle energie non connesse, ma che queste non potrebbero cadere sotto i nostri sensi, e quindi ci rimarrebbero del tutto sconosciute, non diminuisce per niente la gravità della conclusione, a cui conduce la dottrina esposta, e che ne scalza il fonda-

mento. Tralascio di notare, che non avendo noi, nè potendo avere, nessuna esperienza di energie non connesse, la semplice non impossibilità di concepirle non è una prova, che ve ne siano. Una dottrina, la quale, per divenire intelligibile, ha bisogno di supporre la realtà di semplici non-impossibilità, non è, in ultima analisi, che una dottrina *ipotetica*, cioè molto diversa da quella, che ci si era promessa (p. VIII).

Io non ho, contro le ipotesi, nessun pregiudizio aprioristico: mentre ammetto (e chi non ammette?) che un' ipotesi non è una cognizione positiva, ritengo insieme, che ad una concezione complessiva del mondo, di un mondo che nel grande e nel piccolo oltrepassa troppo manifestamente la potenza dei nostri attuali mezzi di osservazione, sia impossibile arrivare, senza colmar con qualche ipotesi, la più plausibile o la meno avventata che ci sia permessa e suggerita dalle nostre cognizioni positive, le lacune da cui queste sono separate. Donde segue, che le nostre concezioni complessive siano essenzialmente problematiche; il che del resto non vuol dire, che siano inutili. Delle concezioni complessive ce n'è in giro parecchie diverse, quindi senza dubbio parecchie false, che hanno esercitato ed esercitano sugli animi un' influenza tutt' altro che trascurabile. Una concezione *nuova*, benchè, essendo inevitabilmente ipotetica, non si possa credere senz' altro vera e definitiva, può essere tal-

mente superiore ad alcune delle vecchie, da eliminarle senz' altro; può, almeno, avere l' utilità, di farci riconoscere, come anche le vecchie siano ipotetiche (in ciò consiste quello, che io chiamo il *valore critico* delle ipotesi; cfr. il mio op. *Le mie opinioni;* Pavia, 1903).

Io, dunque, non avrei niente in contrario alla dottrina dell'Ostwald, per questo motivo soltanto, che le è essenziale un'ipotesi; ma il fatto è, che quest'ipotesi non serve in realtà a niente. Le energie esistenti siano *A*, *B*,... *M*, — *N*, *P*,... *Z;* essendo connesse tra loro quelle del primo insieme, che finisce con *M;* non connesse tra loro, e perciò non formanti parte del nostro mondo empirico, quelle del secondo gruppo. *Rispetto a noi*, la differenza fondamentale tra i due insiemi sta in ciò, che del primo abbiamo esperienza, non l' abbiamo del secondo. Ma *in sè* la differenza consiste nell' essere il primo un *sistema*, in grazia delle connessioni che, *oltre* alle energie, ne sono elementi; laddove il secondo, in cui mancano questi elementi, non è che un semplice *insieme*, non un sistema.

(Si noti bene: è lo stesso Ostwald che afferma, non aver noi esperienza delle energie *N*, *P*,.... *Z*, *perchè* non sono connesse, mentre delle energie *A*, *B*,... *M* abbiamo esperienza, *perchè* sono connesse; dunque, l' essere connesse queste, e non connesse quelle, non è tutt' uno col nostro averne o non averne esperienza. Della differenza *in sè* tra i due

insiemi si può dunque parlare con lo stesso diritto, e nello stesso senso, con cui l'Ostwald parla di una differenza *in sè* tra energia cinetica p. es. e calore, ch' egli sostiene essere differenti non soltanto rispetto a noi).

Poichè tra i due insiemi *A*, *B*,... *M*, e *N*, *P*,... *Z*, vi è una differenza *reale*, quanto è reale ciascuna energia del primo insieme, le connessioni tra le energie del primo, dalle quali è costituita questa differenza, sono *qualche cosa*, nel medesimo senso e allo stesso titolo, che ciascuna energia. Che è quanto io mi proponevo di provare.

6.

È verissimo, e l'Ostwald se n'è ben accorto, che queste connessioni hanno un po' l'aria d'essere *sostegni* delle energie, e che per conseguenza l' introdurle è un introdurre di nuovo il concetto d'una materia *non risolvibile in energie*. Ma che farci, posto che sono assolutamente imprescindibili?

A me pare che l' Ostwald in questo punto importantissimo abbia equivocato per non aver fatta una distinzione, del resto trascurata da molti. Supponiamo p. es. di analizzare il linguaggio. È facile accorgersi, che le sole parole *veramente* significative, cioè d' un significato rappresentabile (più o meno) sono i nomi, sostantivi o aggettivi, e i verbi, diciamo anche gli avverbi. Le particelle non signi-

ficano *niente;* cioè non hanno da sole un significato, come quelle altre parole. Ma se da ciò concludessimo che non significhino niente *alla lettera*, ci basterebbe provare a sopprimerle dal nostro discorso, per accorgerci dell'errore.

Altra cosa è la *cognitio rei*, altra la *cognitio circa rem*. Tuttociò, che io mi posso distintamente rappresentare della materia, si riduce a manifestazioni d'energia, come dice l'Ostwald, o di forza, come io preferisco dire; finanche l'estensione impenetrabile, che sembra il suo attributo più essenziale, si riduce ad una manifestazione di forza o d'energia, e non è intelligibile in altro senso. Non parlo della massa; la quale, secondo le moderne dottrine elettromagnetiche (in parte ipotetiche, senza dubbio, come qualunque dottrina; ma fondate sopra un gran numero di fatti) sarebbe una proprietà essenzialmente relativa, capace di variare notevolissimamente quando la velocità vari oltre un certo limite, e quindi probabilmente variabile sempre con la velocità.

Ma se è vero, che tutto quanto sappiamo di positivamente ben determinato, di rappresentabile, intorno alla materia, si risolve nelle manifestazioni ricordate, e quindi che per questo conto la materia potrebbe anche venir abolita come oziosa, come un ipostasi; è vero d'altra parte, esservi nel concetto di materia qualcosa di più, che non sia quel contenuto rappresentabile: la materia viene

concepita, non solo come un fascio di forze o d'energie, ma inoltre come *la condizione*, perchè quel fascio stia insieme, sia un fascio, e non una collezione d'elementi, esistente solo in quanto è pensata da noi. Da questo nocciolo irrapresentabile, ma non fittizio, del concetto di materia, è assolutamente impossibile prescindere; perchè se ne prescindiamo ci accorgiamo insieme d'aver eliminata la possibilità dell'accadere. Precisamente come non si può prescindere dal significato punto rappresentabile delle particelle, senza rendere impossibile un discorso significativo.

La domanda: in che cosa consista quella condizione; è di quelle che non ammettono risposta. Noi osserviamo l'accadere; ma non possiamo che osservarlo. La *ragione*, perchè i fatti si concatenano, ossia perchè accadono (l'accadere, e il concatenarsi, non sono distinguibili; i fatti si concatenano in quanto accadono, e accadono in quanto si concatenano), senza dubbio ci sfugge.

Avere scoperto l'assoluta intrinseca impossibilità in cui ci troviamo di penetrare la detta ragione, cioè di conoscere *determinatamente* la condizione dell'accadere, costituisce il vero merito di Hume nella dottrina della causa. Hume ha, credo io, grandemente equivocato, ricavando, dalla sua osservazione, che a noi manchi il concetto di causa; mentre anzi, secondo il mio modo di vedere, noi non riferiamo i fatti a delle cause, se non perchè

ci riescono fondamentalmente inesplicabili. I fatti ci riescono inesplicabili, perchè l'esperienza ci rivela, che hanno tra loro delle relazioni diverse dalle relazioni tra le nostre idee dei fatti medesimi (i postulati fisici non sono dimostrabili razionalmente); perciò appunto le loro connessioni vengono da noi concepite altrimenti che come relazioni mentali; ed è per esprimere questa diversità, che le connessioni tra i fatti si dicono *causali*. E per ciò stesso i fatti si dicono *reali;* concepirli come reali è, semplicemente, un riconoscere da certi loro caratteri (quelli per cui le loro connessioni si dicono causali), che non è possibile, senza contraddizione, risolverli in un tessuto di nostri pensieri. (Io affermo dunque la coincidenza delle due categorie di esistenza e di causa; e in ciò sono d'accordo con quanto dice l'O. a p. 152 sg.; ma la motivazione è diversa, come son diverse le conseguenze ulteriori).

A *rappresentarci* la condizione dell'accadere, cioè del connettersi delle energie, non arriveremo certamente mai, perchè il contenuto d'ogni nostra rappresentazione è un accadere. Ma non per ciò è privo di senso il nostro *affermare* la realtà della condizione. Questo nostro affermare non ha il medesimo senso, che l'affermare un fatto: ha tuttavia un senso, perchè la condizione è innegabile, quantunque non se ne sappia positivamente altro (stando almeno a ciò che si è detto finora), se non che è innegabile.

Discutere, se a questa condizione sia bene dare il nome di materia, non mi pare di molto costrutto. Certo, nel concetto comune di materia vi è come dissi un nocciolo, che è appunto il concetto della condizione accennata; ma è certo insieme, che tutta la polpa, da cui questo nocciolo è rivestito, gli è propriamente estranea, contro l' opinione ancora dominante.

7.

Energia, come s'è detto fin dal principio (§ 1), è sinonimo di lavoro. Si abbia ora un sistema in equilibrio; tale cioè, che non vi accada nulla, ma che qualcosa vi accadrebbe, sopprimendone un qualche elemento. Abbiamo diritto di chiamar *energie* gli elementi che vi si equilibrano?

Sollevo, si capisce, una questione di concetti, non di nomi. A me non importa, che il termine di energia venga adoperato ora nell'uno, ora nell'altro, di più significati diversi; l'unico inconveniente che ne può venire, quello di dar luogo a degli equivoci, può essere schivato senza troppe difficoltà; non credo p. es. che a molti accada di confondere la propria camera con quella dei deputati. M'importa, che mentre un termine viene adoperato una prima volta in un significato, un'altra in un altro, non si creda, indotti dalla sua indentità verbale, che il suo significato sia il medesimo tutt'e due le volte; che sarebbe un errore manifesto.

Quando, di un'energia, ci si dice che è in equilibrio, questo predicato, di essere in equilibrio, è incompatibile con la nozione primitiva, secondo la quale energia è sinonimo di lavoro; è impossibile dunque, che l'energia in equilibrio sia tutt' uno con l'energia lavoro, vale a dire, l'energia in equilibrio, e l'energia lavoro, son due cose differenti. E non s'opponga, che una cosa può esser sempre la medesima in condizioni differenti, può fare, o non fare. Questo è vero, per la cosa che fa o non fa, p. es. per il cavallo che trotta o sta fermo; perchè certe proprietà più importanti della cosa rimangono invariate nei due casi: ma non è vero per il *fare* e per il *non fare*. Un *medesimo* cavallo può trottare o star fermo; il *trottare* e lo *star fermo* non sono per altro una medesima cosa in condizioni differenti. L'energia non è una cosa che possa lavorare, od anche non lavorare, come un cavallo; è *il lavorare* (1).

Per esempio: scaglio un corpo dal basso all'alto verticalmente, imprimendogli una certa velocità. Il corpo movendosi in ciascun istante con una velocità sempre minore, possiede in ciascun istante un'energia sempre minore; è sempre atto, ma semdre meno atto, a dare occasione a qualche fatto nuovo, perdendo la propria energia; e, appunto col perderla via via, dà luogo a quel fatto sempre nuovo, ch'è il suo innalzarsi, malgrado l'accelera-

(1) Cfr. più oltre, § 10.

zione al moto contrario da cui è sempre animato. Giunto al sommo della salita non è più atto in quell' istante a determinare alcun fatto nuovo; è bensì in condizioni tali, che, durando, gli restituiranno col tempo l'attitudine perduta a determinare de' fatti nuovi, ricuperando l'energia perduta; ma non la possiede. Tra poter fare, e fare, tra poter accadere, e accadere, vi è una distinzione, che non va trascurata. Dico esservi energia, in quanto osservo un fare, un accadere; in quanto riconosco semplicemente la possibilità d'un fare o d'un accadere, dico esservi una forza.

Del pari: non è a discorrere d'una energia di volume nei corpi solidi e liquidi, o d'un' energia di forma nei solidi; ma invece che di energie si deve parlare di forze. Perchè la relativa invariabilità di volume dei solidi e dei liquidi, e la relativa invariabilità di forma dei solidi, non sono un accadere, un fare; ma semplicemente delle condizioni costanti, che influiscono su di un accadere che d'altronde abbia luogo.

Dunque: non è vero, che tutto sia riducibile ad energie; oltre alle energie, bisogna tener conto altresì di certe forze; a meno, s'intende, che non si dichiari apparente ogni equilibrio. Molti equilibri sono, fuor di dubbio, soltanto apparenti. Ma l'assumere, che il medesimo si debba dire di tutti, ci condurrebbe molto lontano, dove l'Ostvald non vorrebbe arrivare; ci obbligherebbe cioè a riconoscere

nell'interno dei corpi solidi e liquidi dei movimenti molecolari, ed anche nell'interno delle molecole dei movimenti atomici... Comunque, una cosa è manifesta: che il supporre apparente ogni equilibrio, è assumere un'*ipotesi*, che dunque ci risulta essenziale alla concezione energetica dell'universo.

8.

Per mantener immobile un grave, che sia sul punto di cadere, ma che non sia ancora in movimento, e non possa esser impedito di cadere che da un mio sforzo muscolare, io posso spendere uno sforzo muscolare tanto piccolo quanto mi piace. Sia il grave appeso ad una fune, che s'accavalchi sopra una carrucola; fermo l'estremità libera della fune all'estremità del braccio minore d'una leva, appoggiando la mia mano sull'estremità del braccio maggiore; non ho che da rendere convenientemente grande il rapporto tra questo braccio e l'altro, perchè il mio sforzo divenga così piccolo, da riuscire inavvertibile. Può essere un'*energia*, quella, che da me vien equilibrata con uno sforzo arbitrariamente piccolo?

Mi si dirà: — Non avete tenuto conto d'una circostanza essenziale; ed è, che valendovi della leva vi siete *fatto ajutare;* non sostenete il grave che in parte, mentre l'altra parte la fate sostener dal fulcro della leva. Potreste addirittura sospendere

il grave ad un gancio infisso nel muro, e vi libereste da ogni fatica e da ogni incomodo. Il gancio non si stanca; ma non parliamo della stanchezza, bensì dell'energia. Ora, che all'energia di posizione del grave facciate equilibrio voi con la vostra energia muscolare, o faccia equilibrio il gancio con la sua energia di forma, importa molto *a voi;* ma non importa niente alla cosa. Il fatto sta, che per sostenere quel grave si richiede sempre un medesimo consumo d'energia: muscolare vostra, o di forma del gancio. Cioè non è vero, che la caduta del grave si possa impedire con un consumo d'energia piccolo a piacere; l'energia da consumare può essere d'una o d'altra specie, ma quantitativamente è sempre la stessa. —

Qui si equivoca grossamente. A persuadercene, supponiamo che io dovessi, non mantenere fermo il grave, ma sollevarlo ad una certa altezza, compiendo un lavoro, misurato appunto dall'energia cinetica, che il grave acquisterebbe cadendo dalla medesima altezza. Il lavoro muscolare, che dev'essere compiuto da me, può esser diminuito, con l'uso della leva di cui sopra, o d'un'altra macchina più a proposito, p. es. d'un sistema di carrucole? Ognuno, che abbia qualche minima nozione di meccanica, risponde subito di no. Anzi; l'uso della macchina effettivamente accresce il mio lavoro, perchè a me tocca di vincere anche le resistenze passive, che, quando si tratti soltanto di mantener fermo il grave,

sono a mio vantaggio. La macchina può riuscirmi *comoda*, permettendomi di compiere quel lavoro in un tempo molto lungo; ma rispetto alla *quantità* del lavoro che io devo spendere, la macchina non mi è di nessun ajuto. Pure il grave, mentr' io lavoro a sollevarlo, non discende mai; è sempre nelle condizioni medesime del grave semplicemente sostenuto. Perchè, domando io, quando il grave io lo sostengo semplicemente, l' energia che non è spesa da me può essere supplita dalla resistenza del fulcro o del gancio, la quale invece non mi soccorre quando si tratta di sollevarlo? Non si può rispondere nient'altro, se non, che tra i due casi passa una differenza notevole. Che è precisamente la mia opinione. C'è una differenza tra i due casi; non si tratta, che d' esprimerla in termini precisi. Ed io la esprimo dicendo, che per tener sospeso il grave si tratta soltanto di equilibrare una forza, non di compiere un lavoro. La forza può essere indifferentemente somministrata dalla contrazione de' miei muscoli, o dall'indeformabilità d' un sostegno; sia l'una che l'altra non compiono però alcun lavoro. Cioè l' una e l'altra sono forze, non energie; com'è una forza, non un'energia, quella proprietà di posizione del corpo, per cui cadrebbe non sostenuto.

(È vero, che io mi stanco, dunque lavoro, anche nel semplice sostenere un grave; ma questo dipende da che io, per motivi fisiologici affatto estra-

nei al discorso precedente, non sostengo il grave in una rigorosa immobilità; lo lascio ogni tanto cadere qualche poco, e mi tocca poi di risollevarlo).

9.

Secondo l'Ostwald (p. 178), due corpi di masse m, $m_{\prime}$, a una distanza r, contengono una quantità E di energia di distanza, data dalla formula

$$E = D - jmm_{\prime}/r,$$

dove D è il valore assunto da E per $r = \infty$, e dev' esser maggiore del più grande valore che può assumere $jmm_{\prime}/r$, corrispondente al più piccolo valore di r, cioè al massimo avvicinamento compatibile con le energie di forma e di volume dei due corpi. Segue da ciò, che E dovrebbe dipendere anche dalla forma dei due corpi. Infatti: se diamo ai due corpi la forma di due tori di rotazione, disuguali, di cui il più piccolo possa entrare liberamente nel più grande, e li immaginiamo disposti l' uno di fronte all'altro in guisa, che gli assi dei due tori coincidano, è manifesto che in questo caso la minima distanza dei due baricentri è zero, donde segue $D = \infty$, e quindi anche $E = \infty$ per ogni valore di r diverso da zero. O dobbiamo credere $E = \infty$ per tutti i corpi, o riconoscere, che il suo valore, per masse e per distanze uguali, può dipendere anche dalla forma di questi: nell' uno e nell' altro

caso veniamo ad assumere un'ipotesi delle più arbitrarie che si conoscano.

La formula superiore, benchè non ci permetta di calcolare E, ci permette di calcolare le sue variazioni corrispondenti a una determinata variazione di r (mediante calcoli molto semplici, che per altro diverrebbero ineffettuabili se fosse $E = \infty$); e si presta benissimo a dedurre tutte le conseguenze, che ordinariamente si ricavano dalla formula di Newton sulla gravitazione; sotto il punto di vista matematico, non c'è niente da opporle (salva l'eccezione avvertita). Ma l'Ostwald sa bene (p. 214) che la possibilità di valersi d'una formula per dare una teoria matematica soddisfacente dei fatti, non prova la verità oggettiva dell'ipotesi che n'è travestita.

E qui si tratta per l'appunto d'una semplice ipotesi, abilmente travestita.

Si abbia un corpo, situato ad una certa altezza dal suolo; gli riconosciamo un'accelerazione secondo la verticale, perchè, rimossi gl'impedimenti, quest'accelerazione si rende immediatamente osservabile. Se non che, l'accelerazione è un elemento del moto; attribuirla alla lettera ad un corpo in quiete, e che potrebbe anche rimaner sempre in quiete, non ha senso: per evitare la contraddizione, si dice, che il corpo è sotto l'azione d'una determinata forza; la quale, anche all'infuori del moto attuale, si rende manifesta dalla necessità d'un osta-

colo, perchè il moto non abbia luogo. Questa è l'espressione genuina del fatto. Considerare la detta forza, come un prodotto dell'equilibrio di certe energie, quantunque sia *possibile*, è in ogni modo introdurre un' ipotesi, perchè (fatta pure astrazione da quanto si disse nel § 7) le energie, dall' equilibrarsi delle quali dovrebbe risultare la forza, non sono di fatto date come energie.

Di un grave immobile si dice bensì, che possiede, per la sua posizione, una certa energia potenziale; ma l'aggettivo modifica profondamente il significato del sostantivo. Un' energia potenziale non è che l' attitudine ad acquistare, dato che il movimento sia possibile, e dato un certo tempo, un'energia; attitudine costituita dall'essere il corpo sotto l'azione d' una forza. So che questa pietra, cadendo da quest'altezza, acquisterà una quantità determinata di energia propriamente detta, attuale; cioè compirà effettivamente un certo lavoro. Ma, fin che la pietra è immobile, so che non lavora, non ci riconosco nessuna energia, bensì, e soltanto, il potere di acquistarla. Non c'è una ragione al mondo, per trascurare una distinzione di fatto manifesta, e confondere con un'energia quello che è il semplice potere d'acquistar una energia, e la cui attualità si presenta con caratteri così diversi da quelli d'un'energia (con quei caratteri, che si assumono a definizione della forza).

Qui si presenta spontanea un'osservazione. La

legge di permanenza vale, com' è noto, per le energie attuali e potenziali complessivamente prese (1). Siccome le potenziali non sono energie in senso proprio, non sono un lavoro effettivo, ne segue, che la legge di permanenza, per le sole energie attuali o propriamente dette, non vale. In un sistema chiuso, la somma delle energie attuali può diminuire, determinando però delle condizioni, che rendono possibile, e realizzeranno prima o poi, la riproduzione d'altrettante energie attuali; può crescere, data l'esistenza di condizioni come le accennate, ma sopprimendo una parte di queste condizioni, cioè rendendo impossibile la produzione di altrettante energie attuali.

10.

Quanto s'è detto negli ultimi due §§ è abbastanza chiaro; la dimostrazione, che non vi sia un'energia di distanza (nè, analogamente, una di forma, nè una di volume), ma che in questi casi si abbia a che fare con delle *forze*, che non si possono superare se non con delle energie, e che operando (come p. es. la gravità nella caduta d'un

(1) Non se ne inferisce, come ha fatto lo Stallo, che sia impossibile ridurre ad attuali anche le energie potenziali. Io dico soltanto, che questa riduzione è ipotetica, e che, nel modo proposto dall'Ostwald, non è ben comprensibile. Non vi è, credo io, che un solo mezzo per effettuare la riduzione, in modo sempre ipotetico, s'intende, ma intelligibile: ed è d'abbracciar la dottrina corpuscolare.

corpo) sviluppano delle energie, mi sembra incontrovertibile. Ma vi sono dell'altre energie, di cui non abbiamo parlato, se non affatto genericamente in principio del § 7. E le considerazioni fatte in quel luogo non sembrano applicabili a tutte le energie; in particolare, non sono applicabili al calore. Il calore è un'energia senza dubbio; ma tale, che può lavorare o non lavorare. Un corpo A contenga una quantità q di calore alla temperatura uniforme t, e nessun'altra energia. Il suo calore, supposto che non potesse disperdersi nè per conducibilità nè per irraggiamento (facciamo astrazione dall'impossibilità pratica di realizzare queste condizioni), *non lavorerebbe*, perchè infatti niente non accadrebbe.

Ma potrebbe, in date condizioni, *trasformarsi* in lavoro. Non *produrlo*, come fa p. es. la forza di gravità, la quale non si trasforma essa in lavoro. Si stabilisca infatti una comunicazione conduttrice tra A ed un altro corpo B, contenente una quantità q_1 di calore, alla temperatura $t_1 < t$; supposto, che B si dilati col crescere della temperatura, ed invece (è un artifizio, per semplificare) che il volume di A sia invariabile. Dopo un certo tempo, A e B saranno entrambi alla medesima temperatura t_2, intermedia (in generale, *non* media aritmetica) tra t e t_1. Ma la quantità di calore complessivamente contenuta nei due corpi sarà $< q+q_1$. Perchè il calore passato da A in B, oltre ad au-

mentare la temperatura di *B*, ne ha aumentato il volume, vincendo la coesione, cioè compiendo un lavoro, che ne avrà assorbito una parte. Dunque il calore può fare o non fare, secondo le circostanze; lo si direbbe quasi, mentr' è inattivo in *A*, una energia potenziale; cosa per altro non ammissibile, perchè quello che passa da *A* in *B* è per l'appunto (occorre dirlo?) calore, non altra cosa.

Per sfuggire a queste difficoltà, ossia per mettere d'accordo le riflessioni del § 7, fondate sulla nozione stessa di energia, coi fatti del calore, non vi è che un mezzo, ma ve n'è uno. Ammettere, che quando un corpo è ad una temperatura costante, vi accada nondimeno qualche fatto, che per altro non ne muti le condizioni osservabili. In altri termini, che la quantità *q* di calore contenuto in *A*, sia la somma delle energie cinetiche delle molecole di *A*. Convengo, che questa è una soluzione ipotetica; ma la dottrina dell'Ostwald, come ho dimostrato, è anch'essa ipotetica. Ed apparisce meno soddisfacente; perchè, in tutti i casi d'equilibrio non apparente, ci obbliga a concepire l'energia in un modo contraddittorio.

Quanto alla dottrina, che vede nelle forze gli elementi primitivi del mondo esterno, e considera le energie come prodotte dalle forze, quando effettivamente operano, invece di equilibrarsi, in modo analogo p. es. a quello con cui la gravità produce dell'energia cinetica, quando la sua operazione non

sia equilibrata da qualche resistenza, non ho bisogno di entrar nei particolari; essendo realizzata nella teoria elettromagnetica dei fenomeni fisici. Farò soltanto alcune osservazioni.

Nella teoria elettromagnetica, primo: le forze sono centrali; vale a dire, è soddisfatta la condizione necessaria e sufficiente, perchè, in un sistema chiuso, la somma delle energie attuali e potenziali sia permanente.

Secondo: si deve ammettere, oltre alle forze, un qualcosa che le tenga insieme, o che le renda possibili, perchè una forza non esiste, che in quanto si oppone ad un'altra, cioè in quanto vi si connette. Ma alla medesima supposizione è del pari necessitata l'energetica, secondo che vedemmo. Sicchè, per questo conto, non vi è nessun divario essenziale tra le due. Anzi: se, come fino ad un certo punto è ragionevole, si vuole abbandonare il concetto comune di materia, e si crede che una dottrina sia tanto più critica e libera da preconcetti ingiustificati, quanto più se n'è resa indipendente, senza dubbio è superiore la teoria elettromagnetica, nella quale anche la massa è definitivamente ridotta a non essere che una proprietà *variabile* dei centri di forza.

È vero (e sia la terza riflessione), che nella teoria elettromagnetica non è possibile considerare come irriducibilmente diverse le energie delle varie specie. Ma, da una parte, dalla supposta riducibilità

non derivano incongruenze. L'irriducibilità delle sensazioni soggettive non esclude la riducibilità oggettiva: p. es. l'Ostwald stesso ammette, che il suono oggettivamente si riduca a movimenti vibratori; il calore raggiante (non *essenzialmente* diverso dal calore condotto) sfuma nella luce per gradi insensibili; ora, tra suono e vibrazioni, tra calore e luce, come apparenze soggettive, l'eterogeneità non è maggiore, che tra calore e movimento. Le sole vere incongruenze sarebbero quelle derivanti dalle diverse leggi valide per le diverse energie; p. es., il calore può essere condotto, la luce no, ecc.; ma di questa diversità di leggi la teoria rende sufficientemente ragione. D'altra parte, l'energetica presenta invece delle vere incongruenze; ossia delle contraddizioni (notate di sopra) tra il *concetto* d'energia, e l'*uso* che deve fare di questo concetto. Tra due *ipotesi*, l'una *scevra*, l'altra *non scevra* di contraddizione, la superiorità della prima non è dubbia.

Finalmente, affatto fuor di proposito sarebbe, opporre alla concezione dinamica dell'universo delle considerazioni gnoseologiche, non meno valide, se valide, contro la concezione energetica. Tanto sono realtà in sè le forze della prima, quanto le energie della seconda. Il considerare la legge di permanenza, che vale per le energie, e non nel medesimo senso per le forze, come una prova a favore dell'energetica, si fonda intanto su di una petizione di prin-

cipio, perchè la legge di permanenza non vale, che includendo tra le energie anche le potenziali, che non sono propriamente parlando energie; ed inoltre non è che un avanzo di quella tendenza dello spirito, a confondere il *reale* col permanente, per cui si vedeva nella materia l'assoluta realtà.

11.

Nelle lezioni XVIII sgg. (pp. 372-457), l'Ostwald applica la sua dottrina alla spiegazione anche dei fenomeni psichici, compresa la conoscenza e la moralità. È ben evidente, che una concezione generale dell'universo non si può dir vera nemmeno come teoria fisica, se non è conciliabile col fatto, che vi sono anche delle psichicità, una delle quali è per l'appunto la nostra concezione dell'universo. P. es.: il meccanismo, tanto in voga una trentina d'anni or sono, aveva per conseguenza (parlo della dottrina com'era, facendo astrazione da suoi perfezionamenti, possibili forse, ma non realizzati, se non in qualche libro molto posteriore) un materialismo grossolano, assolutamente insostenibile. Il mondo non poteva essere come ci si diceva, perchè, se fosse stato tale, non se ne sarebbe prodotta la nozione.

L'Ostwald assume, che oltre alle energie fisiche di cui s'è discorso, ve ne siano di psichiche, i fatti delle quali sarebbero fatti di coscienza: sensazioni, sentimenti, volizioni. E fin qui non c'è niente da

opporre: dire, che vi è una certa energia psichica, e dire, che accadono certi fatti psichici, sono espressioni sinonime.

Che relazioni passano tra le energie fisiche e le psichiche? L'Ostwald assume, che sotto certe condizioni, realizzate in quei sistemi d'energie fisiche, che sono gli organismi animali, le energie fisiche possano trasformarsi in energie psichiche, ritrasformabili alla loro volta (p. es., nei movimenti volontari) in energie fisiche (pp. 377-96). — Questa dottrina mi pare non soddisfacente per più ragioni.

Primo: è inconciliabile con la permanenza dell'energia (s'intende, attuale e potenziale insieme). Le esperienze, che ci hanno condotto a formulare questa legge, sono esclusivamente fisiche, e concernono soltanto l'energia fisica. Ora: l'energia fisica, se si trasforma in parte in energia psichica, cessando di esistere sotto la prima forma, subisce, come energia fisica, una diminuzione: subisce invece un aumento, se può essere prodotta *ex novo* dalla trasformazione dell'energia psichica. Perchè la dottrina potesse valere, bisognerebbe che nelle misure effettuate si fosse determinata una certa quantità d'energia, lasciando indeterminato se fosse fisica o psichica. Nel fatto, non si sono misurate che delle energie fisiche solamente, ed è la somma di queste sole, che venne riconosciuta costante. Ammettendo, che sia invece costante la somma delle energie fisiche e psichiche insieme, veniamo

ad escludere, che abbiano un valore le misure effettuate, in cui delle seconde non venne tenuto nessun conto. E se quelle misure non valgono, il principio rimane assolutamente in aria.

Secondo: le energie psichiche non sono misurabili, perchè non sono sommabili, nè quindi paragonabili tra loro quantitativamente. È chiaro p. es., che 10 dispiaceri, diciamo uguali, e ciascuno molto piccolo (queste espressioni hanno un senso, purchè non si pretenda che ne abbiano uno matematicamente esatto) provati l'un dopo l'altro a breve intervallo, possono costituir un dispiacere senza paragone più grande, che dieci volte uno di essi. L'energia psichica non essendo misurabile, è impossibile accertare se (indipendentemente dalle variazioni dovute agli scambi con energie fisiche) sia permanente; inoltre, molti fatti provano che *non è* tale. L'energia psichica può moltiplicarsi in sè stessa, e può anche logorarsi in sè stessa. Per cui, se realmente avesse luogo la doppia trasformazione, l'energia fisica potrebbe venir essa stessa moltiplicata e distrutta.

Terzo: la trasformazione positivamente non ha luogo. Un'energia che si trasforma, cessa di esistere nella prima forma; il calore, che si trasforma in lavoro meccanico, cessa di esistere come calore. Ebbene: se io tocco un ferro caldo, il dolore che provo, benchè manifestamente associato con una perturbazione di energia fisica nel mio sistema

nervoso, non è una forma assunta da questa perturbazione. Perchè, se così fosse, all'apparir del dolore essa perturbazione svanirebbe; invece, il dolore permane insieme con la perturbazione, e, allo svanire di questa, svanisce del pari. L'effettivo esercizio di un volere intenso, esaurisce, vale a dire è accompagnato da un consumo di energia nervosa (fisica); ma non n'è costituito; infatti quand'io sono stanco a segno, da non potere più far nulla, momentaneamente, per conseguire il mio fine, la risoluzione di far ogni poter mio per conseguirlo, rimane. Possiamo dire che le psichicità sono la coscienza delle condizioni in cui si trova l'energia fisica del sistema nervoso; non, certamente, che questa energia si sia trasformata in quelle.

Quarto, ed ultimo: non accadono soltanto dei fatti di coscienza, staccati e per così dire in aria; ma vi sono inoltre dei centri d'unità di coscienza. Anzi, a rigore, i soli fatti di coscienza, di cui sia certo che accadono, sono senza eccezione aggruppati intorno a questi centri. Ora, le energie fisiche, per quanto ne sappiamo, non hanno alcuna centralità od unità, che sia in nessun modo paragonabile alla centralità ed all'unità caratteristiche della vita psichica del soggetto. Dato, che le energie fisiche si trasformassero in psichiche, non si vede una ragione, perchè le psichicità così prodotte non debbano essere così estranee l'una all'altra, come la temperatura del manico d'un coltello è estranea

alla temperatura della lama. I quali due fatti, benchè influiscano l'uno sull'altro, sono tuttavia distinti, irriducibili a quell'unità, per la quale io, mentre bado a quanto mi dice l'amico, sento insieme la fragranza dei fiori che stanno su di una mensola, ecc.

Ed è inutile oppormi, che io domando delle *spiegazioni* impossibili. L'universo potrà non essere spiegato: ma una vostra dottrina voi me la dovete spiegare, tanto che io mi persuada se non altro che non è incoerente; senza di che mi è impossibile ammetterla come vera. Ci sono p. es. dei corpi solidi, apparentemente indeformabili; è ben chiaro che l'energetica, se non potesse render ragione anche di questo fatto, non sarebbe una teoria ammissibile; e appunto se n'è resa ragione, introducendo le energie di volume. In modo analogo: dato, e non concesso, che l'energetica renda ragione dell'accadere di fatti psichici, non ha però dimostrato la sua attendibilità, se non rende ragione anche dell'aggrupparsi di questi fatti intorno a de' centri, ed a *più* (1) centri diversi. Può essere, che la ragione non si possa trovare; ma, in questo caso, noi non abbiamo una concezione del mondo, che valga. I

(1) L'essere più i centri complica la questione. Se vi fosse un centro solo, si potrebbe dire, che i fatti s'accentrano, in quanto accadono, e basta. Ma si può contentarsi di questa semplice constatazione, dal momento, che de' fatti s'aggruppano intorno ad un centro, degli altri intorno ad un altro, ecc.? *Tutti* accadono, *non tutti* hanno il medesimo centro; dunque, *oltre* ad una condizione dell'accadere, ve n'é una dell'aggruppamento.

materialisti, a chi opponeva loro l' incompatibilità della loro dottrina col fatto della coscienza, rispondevano, anch'essi, stringendosi nelle spalle. E non era una risposta ragionevole.

Troppe cose ignoriamo, è vero; ma la nostra ignoranza non può mai giustificare un' affermazione.

12.

La mia dottrina intorno all'origine delle psichicità, e al nesso psico-fisico, io l'ho svolta, con ampiezza sufficiente a farne comprendere il significato, in *Scienza e opinioni;* dove per altro l'ho messa, con l'ipotesi corpuscolare, in una connessione che non le è punto essenziale. Nel mio recente lavoro *La conoscenza*, ne ho dato un riassunto, e dimostratane l' indipendenza dalla detta ipotesi. Riassumerla di nuovo qui sarebbe ozioso; mi contenterò di accennare quello che ne costituisce (secondo me) il massimo pregio, e che in ogni modo n'è la speciale caratteristica: essa ci permette di considerare le psichicità come determinate dall'accadere fisico, senza pregiudizio della permanenza dell'energia fisica, e mantenendo l'assoluta irriducibilità specifica tra fatti fisici e fatti psichici.

Paragonando la mia concezione del mondo con quella dell'Ostwald, vi si riconoscono molte differenze evidenti, in particolari d'importanza. E tut-

tavia mi pare, che il significato filosofico d'entrambe sia sostanzialmente il medesimo. Credo conveniente trattenermi un poco su questo punto notevolissimo; tanto più, che l'identità fondamentale sparisce a primo aspetto, non solo di fronte alle accennate differenze ne' particolari, ma ad una diversità anche maggiore nel modo di presentar le questioni; sicchè un lettore, che non approfondisca molto, s'immaginerà di trovarsi di fronte a due filosofie, poste agli antipodi l'una dell'altra. Ora, se mai è possibile dare agli studi filosofici un indirizzo concludente, non ci si arriverà che eliminando le semplici *logomachie*, per discutere soltanto le vere questioni. Niente perpetua le controversie e le rende vane, come il non distinguere ciò, su cui veramente vi è disparere, da ciò, su cui s'è d'accordo.

L'Ostwald sembra un idealista. Infatti, nelle prime 150 pp. circa del suo libro, discute molte questioni gnoseologiche, a cui dà un'importanza fondamentale. Alla sua fisica dà, o s'immagina d'aver dato, per base una dottrina, che da molti si suol chiamare *la* gnoseologia, benchè sia soltanto *una* gnoseologia (l'idealistica). Dice infatti a p. 66, che la questione del mondo esterno non va posta così: esiste un mondo esterno? ma in quest'altra forma: quali dei nostri stati di coscienza comprendiamo noi sotto il nome di mondo esterno? Prescindiamo dai particolari della risposta, che darebbero luogo a delle riflessioni critiche di qualche

rilievo; in ogni modo, il mondo esterno, stando a quello che ce ne dice in questo luogo, non è niente di più del campo oggettivo della coscienza; secondo che appunto affermano gl'idealisti.

Ma l'idealismo dell'Ostwald è soltanto apparente. È impossibile che il mondo esterno consista nel campo oggettivo della mia coscienza, in altri termini, che il suo esistere coincida col suo essere rappresentato, dal momento che le mie rappresentazioni, come tutte le mie psichicità e la coscienza medesima, sono un prodotto del mondo esterno. L'energia psichica non potrebbe essere una delle forme che può assumere l'energia fisica, se quest'ultima non esistesse per sè. L'Ostwald è dunque, in sostanza, realista quanto sono io.

Ed ammette in pratica quello che io sostenni in teoria (ne' miei *Studi di fil. nat.)*, non essere cioè ragionevole nè possibile fondare seriamente la fisica sulla gnoseologia. Infatti, dove sviluppa le sue dottrine fisiche (pp. 152-201, e 219-370) la gnoseologia è lasciata da parte, come se non ci fosse (1); delle energie si parla, come se ne può parlare da un fisico il quale non avesse letto le opere (per ogni altro verso pregevolissime) del Mach.

Secondo lui, come secondo me, l'accadere fisico

(1) Che valore abbiano le discussioni da p. 202 a p. 219, dirette a confutare la teoria meccanica del calore, apparisce da ciò che abbiam visto addietro: che senz'ammettere la teoria meccanica non ha senso il considerar *sempre* il calore come un' energia.

è determinato, all' infuori da leggi effettivamente regolatrici (da mentalità estranee al mondo, o immanenti in esso) dalla realtà delle circostanze. Il mondo fisico è un sistema di elementi (forze, o energie; la questione, senz' essere oziosa, non ha importanza sotto il punto di vista, nel quale ora ci collochiamo), connessi tra loro, che operano secondo quello che sono e secondo il modo con cui sono connessi; e modificano in tal modo sè stessi e le loro connessioni, cioè le circostanze; la variazione delle quali determina diversamente, ma sempre rigorosamente, l' accadere successivo. La storia del mondo si svolge in tal modo indefinitamente, senz' avere (per quanto ci risulti) una ragione fondamentale, senza tendere a un fine prestabilito dal di fuori, o immanente al mondo medesimo.

Secondo lui, come secondo me (1), negli organismi non sono attive altre forze od energie, che le fisiche (chimiche); più o meno profondamente modificate, ma in ogni caso modificate soltanto dalle circostanze particolari di quei sistemi, che sono gli organismi. Sicchè anche questi sono soggetti al medesimo determinismo, che il mondo fisico; e la finalità che vi apparisce manifesta è, secondo il concetto fondamentale di Darwin, il risultato ultimo d' un processo di adattamento e di scelta naturale, che non ha in sè medesimo nessun fattore propriamente teleologico.

(1) Qui, e in qualche altro punto, essere l'Ostwald d'accordo con me, significa aver io accettate delle dottrine, in cui egli è maestro.

In fine, secondo lui, come secondo me, la psiche è un prodotto del mondo esterno. Perchè ciò possa essere, bisogna necessariamente supporre, che nel mondo esterno la psiche sia già contenuta in potenza. Come vi sia contenuta, egli stabilisce molto diversamente da me; e delle diversità notevoli vi son pure nei modi con cui egli ed io concepiamo la realizzazione di essa potenza. Ma vi è di nuovo accordo nell'ammettere, che l'attuarsi della psiche sia determinato dai fatti fisici (biologici) che ne sono le condizioni.

Ora, queste conclusioni ultime, in cui la metafisica dell'Ostwald e la mia coincidono, sono le medesime, in cui si riassume la metafisica materialistica. L'Ostwald può certamente rifiutare la qualifica di materialista; non solo perchè ha eliminato il concetto di materia (fino a un certo punto, però; si ricordi quello che abbiamo notato intorno alle connessioni delle energie); ma, e questo è il più importante, perchè la sua concezione del mondo, o la sua metafisica, non cade nelle incongruenze del materialismo. E il medesimo posso dire anch'io. Riman vero nondimeno, che la sua metafisica, e la mia, riproducono esattamente, intorno alla posizione dell'uomo nel mondo, alla sua origine e al suo destino, le conclusioni del materialismo; con la sola differenza, che le giustificano meglio.

13.

Relativamente alla giustificazione delle dottrine dell'Ostwald ci sono parecchie cose da notare, oltre alle già dette. Egli, mentre ha creduto di poter fondare la sua fisica sopra una gnoseologia, che in ultimo è contraddetta dal suo stesso sistema, ha poi, secondo me, trascurato di approfondire convenientemente delle indagini gnoseologiche, necessarie perchè di una qualunque dottrina si possa dire, che è metafisicamente vera.

I tentativi da lui fatti qua e là, per connettere la sua filosofia con l' indirizzo kantiano, non mi paiono a proposito. Kant non credeva, quello che l'Ostwald afferma in un suo passo cit. (p. 66), che il reale si riduca al campo oggettivo della coscienza; viceversa, non avrebbe mai ammesso, che la coscienza potesse essere un prodotto del mondo fisico; il suo apriorismo glielo vietava. E l'apriorismo non è, della dottrina di Kant, un elemento, che possa anche esserne eliminato, lasciando stare il rimanente, come p. es. le ultime quattro lez. nel libro dell'Ostwald; ne costituisce l'essenziale. L'Ostwald è, invece, empirista.

E non giustifica il suo empirismo contro le obbiezioni di Kant. In genere, le questioni riflettenti i mezzi razionali, che sono evidentemente indispensabili per la costruzione del sapere, sono toccate ap-

pena e leggermente; mentre bisognerebbe risolverle, perchè si possa dire non contraddittoria una certa concezione del mondo. Non distingue bene tra *Denknothwendigkeiten* e *Denkgewohnheiten*; conseguentemente, gli pare ozioso cercare, se le leggi logiche siano necessità mentali (che altro mai sarebbero?). La questione, dice, è soltanto di sapere, se le nostre idee generali, e tra esse le leggi logiche, siano adatte a rappresentare la totalità dei fatti; e, aggiunge, noi sperimentiamo continuamente l'insufficienza delle idee, che possediamo, di fronte a fatti nuovi (p. 309). Non si rende conto dell'importanza che ha in proposito la nostra attitudine a creare delle idee, affatto arbitrariamente, e quindi anche in guisa, che ne siano ben rappresentati dei fatti d'ogni genere, per quanto nuovi e straordinari: tantochè dice (p. 307) che se la matematica fosse una nostra creazione arbitraria, la sua applicabilità universale sarebbe un accidente meraviglioso. Il contrario appunto, di quello che a me sembra vero.

L'imprecisione delle sue idee intorno alla necessità mentale, imprecisione dovuta al non aver egli trattato quest'argomento che per incidenza, gli ha creato delle difficoltà, che sarebbe stato facile scansare. P. es., a p. 279 sembra quasi non essere ben certo dell'invariabilità del passato; che è quanto dubitare, se un triangolo possa aver quattro vertici. Così pure non mi sembra fondata la connes-

sione ch' egli stabilisce, tra l'essere ad un senso il nostro tempo empirico, e una proprietà caratteristica dei fatti termici (p. 282, cfr. 267, 275). Tralascio di notare, che la periodicità di *qualunque* accadere meccanico non è dimostrata, nè dimostrabile, com' egli sembra supporre; ma se anche il mondo non ci presentasse che fatti periodici, nondimeno il tempo scorrerebbe pur sempre in un medesimo verso. L'istante in cui un fatto si ripete, è certamente distinto da quello, in cui è accaduto per la prima volta, e successivo; altrimenti non avrebbe senso il dire, che il fatto si *ripete* (1).

Ma l'effetto principale della insufficiente discussione delle mentalità, è di render problematiche le conclusioni. Le mentalità, di cui ci siamo valsi per concludere, o son dubbie, ed anche la conclusione sarà dubbia. O son certe; e dovremo conciliare il loro valore apodittico con una concezione del mondo, che le riduce ad essere fatti di coscienza come gli altri (2).

Da ultimo: una concezione dell'universo, perchè si possa crederla vera, dev'essere fondata (occorre dirlo?) sopra uno studio esauriente de' fatti d'ogni genere. Quindi anche de' fatti morali. Non avendo

(1) In altri termini, supporre che possa esser chiusa la linea del tempo (o che il tempo abbia più di una dimensione, che è lo stesso) è supporre, che sia risolvibile il sistema $x = 1$, $x > 1$. La prima relazione significa, che un istante si realizza *una volta sola*; la seconda, che si realizza più volte. Cfr. *La conoscenza*. p. 24 n.

(2) A risolvere questi problemi è soprattutto inteso il mio lavoro su *La conoscenza*.

io, di questi, trattato che incidentalmente, in un mio libro già vecchio, non mi credo autorizzato ad affermare senz'altro, che sian vere le mie conclusioni, accennate di sopra, ottenute con uno studio soltanto teoretico.

L'Ostwald, anch'egli, non concede, ai fatti morali, che una rapidissima occhiata (pp. 449-57). Poco, infinitamente troppo poco, per legittimare la certezza, che la sua concezione del mondo sia soddisfacente anche sotto questo aspetto.